

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO 2016**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA, DEL MUNICIPIO DE PEREIRA,  
RISARALDA**

**VALERIA JIMÉNEZ ÁLZATE**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
PEREIRA  
2018**

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO 2016**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA, DEL MUNICIPIO DE PEREIRA,  
RISARALDA**

**VALERIA JIMÉNEZ ÁLZATE**

**PASANTÍA INTERNACIONAL  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - UNAM**

**ASESOR:  
ING. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
PEREIRA  
2018**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	10
2. JUSTIFICACIÓN .....	12
3. OBJETIVOS .....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. MARCO DE REFERENCIA .....	14
4.1 MARCO TEÓRICO .....	14
4.1.1 Manifestaciones patológicas .....	14
4.1.2 Patologías asociadas a los suelos de cimentación .....	15
4.1.3 Patologías asociadas a los mecanismos de falla estructural .....	18
4.1.4 Patologías por la exposición ambiental .....	19
4.1.5 Patologías por acciones físico – mecánicas .....	20
4.1.6 Pruebas con FERROSCAM .....	21
4.1.7 Programa ETABS.....	22
4.2 MARCO DE ANTECEDENTES.....	23
4.3 MARCO LEGAL.....	24
5. LOCALIZACIÓN .....	26
6. MARCO METODOLÓGICO.....	28
6.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
6.2 MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
6.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	31

7.1 INSPECCIÓN VISUAL EL ESTADO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA, SEGÚN LA NORMA NSR10. ....	31
7.2 CLASIFICACIÓN DE HALLAZGOS .....	31
7.2.1 Factores externos .....	32
7.2.2 FACTORES DE LA ESTRUCTURA .....	34
7.3 DETERMINAR MEDIANTE EL USO DEL FERROSCAM, EL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO DE REFUERZO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA .....	37
7.4 ANÁLISIS Y CHEQUEO ESTRUCTURAL CON EL PROGRAMA ETABS EL CUAL ANALIZA CADA UNA DE SUS PARTES ESTRUCTURALES DE LA EDIFICACIÓN APLICANDO EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10) .....	42
7.4.1 Chequeo sistema estructural colegio la julita.....	42
7.4.2 Resumen de análisis estructural con el software ETABS .....	43
7.5 VERIFICACIÓN DE DERIVAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA ..	50
7.5.1 Derivas máximas de la estructura existente (imagen modelo ETABS) .. .....	51
7.5.2 Coordenadas del gráfico tabulado (tabulated plot coordinates) .....	53
7.5.2.1 Story response - Maximum story drifts .....	53
7.5.3 Story Response Values.....	54
8. SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
9. BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS .....	60

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Factores asociados al suelo que condicionan la ocurrencia de un fenómeno .....	16
Tabla 2. Manifestaciones asociadas a los mecanismos de falla estructural .....	18
Tabla 3. Manifestaciones patológicas por exposición ambiental de los materiales. ....	19
Tabla 4. Manifestaciones de las acciones mecánicas sobre estructuras.....	20
Tabla 5. Referente de antecedentes de estudios .....	23
Tabla 6. Matriz de diseño metodológico.....	28
Tabla 7. Fases de la investigación .....	29
Tabla 8. Hallazgos fachada colegio La Julita .....	32
Tabla 9. Humedad en techos y terrazas .....	33
Tabla 10. Hallazgos entrada colegio .....	34
Tabla 11. Columnas edificación uno .....	35
Tabla 12. Tribunas de la cancha (patio).....	36
Tabla 13. Aulas de clase.....	37
Tabla 14. Derivas de piso .....	51
Tabla 15. Datos de entrada (Input Data).....	52
Tabla 16. Story Response Values (Valores de respuesta de la historia) .....	53
Tabla 17. Datos de entrada - Input Data .....	53
Tabla 18. Story Response Values.....	54

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Institución Educativa La Julita .....	26
Figura 2. Panorámica Institución Educativa La Julita .....	27
Figura 3. Panorámica Colegio la Julita de Pereira .....	31
Figura 4. Evidencia de acero en el módulo uno .....	39
Figura 5. Módulo dos .....	39
Figura 6. Losa patio módulo número dos y grieta en tribunas patio principal .....	42
Figura 7. Cuadro donde se definen las propiedades del material .....	43
Figura 8. Propiedades de los elementos estructurales.....	44
Figura 9. Cuadro donde se muestran las cargas paternales del diseño .....	45
Figura 10. Combinaciones de carga según el Título B de la NSR10 .....	45
Figura 11. Esquema en planta de la estructura.....	46
Figura 12. Esquema en 3D de la estructura.....	46
Figura 13. Cargas paternales y los casos de carga que se usaran en el análisis. ....	47
Figura 14. Deriva máxima de la estructura en el sentido X .....	48
Figura 15. Gráfico de deriva máxima de la estructura en el sentido Y .....	49
Figura 16. Imagen 9. Reportes estado de la estructura existente. ....	50
Figura 17. Norma evaluación de la derivada máxima NSR10 .....	50
Figura 18. Estructura metálica soportando cables .....	57

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Mapeo con FERROSCAM módulo uno .....	38
Gráfica 2. Viga de amarre longitudinal .....	40
Gráfica 3. Columnas del primer piso .....	41
Gráfica 5. Plot.....	52
Gráfica 6. Plot.....	54

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Chequeo sistema estructural Colegio la Julita .....	60



## INTRODUCCIÓN

La monografía titulada “Diagnóstico de las patologías de elementos estructurales de la Institución Educativa La Julita, del municipio de Pereira, Risaralda”, planteó cuatro objetivos específicos, el primero, establecer mediante la inspección visual el estado estructural de la Institución Educativa La Julita, según la norma NSR10, a través de visitas para la inspección visual, propendiendo la disminución de la vulnerabilidad de la construcción ante un evento sísmico.

El segundo objetivo permitió determinar mediante el uso del Ferroscam, el estado de las estructuras de hierro de la Institución Educativa, estableciendo la profundidad y diámetro de varillas de hierro.

El tercer objetivo planteo un análisis y chequeo estructural con el programa ETABS el cual analiza cada una de sus partes estructurales de la edificación aplicando el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10)

Por último, se propuso alternativas de soluciones acorde a los problemas encontrados.

El diagnóstico de las patologías estructurales se enfocó en factores externos como el clima, el cual causa humedad y florescencia en las paredes, el inadecuado manejo de aguas, además de socavación por dos árboles frutales que se encuentran a la entrada de dicha institución y en factores de la estructura como muros de carga, columnas, andén interno, tribunas de la cancha y otros aspectos como redes de telefonía y electricidad.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Institución Educativa La Julita, es uno de los complejos educativos más antiguos de Pereira, nació a partir de la fusión de tres colegios de trayectoria del municipio, hasta el año 2014 funcionaba continuo a la Universidad Tecnológica de Pereira, tras la venta de estas instalaciones, para el año 2015 se fusionó con la sede central y la sede Providencia de la Institución Educativa Remigio Antonio Cañarte, derivando en el traslado a la sede Cañarte, ubicada en la carrera 14 con Calle 17 frente al edificio de los espejos en el sector de la glorieta de Pinares<sup>1</sup>.

Esta fusión ha generado para la institución, algunas situaciones como la falta de recursos, los alrededores olvidados, el hacinamiento en las aulas y dificultades en la infraestructura<sup>2</sup>.

La edificación del complejo educativo La Julita, es antigua, por tanto su construcción no obedece al cumplimiento de normas técnicas, que permitan asegurar que su diseño, cimentación, elementos estructurales, muros y materiales cumplan con las especificaciones que salvaguarden las vidas de los integrantes de la comunidad educativa, factores que se han manifestado a través de diferentes patologías, como grietas, siendo necesario un estudio sobre las patologías de los elementos estructurales de la Institución Educativa, donde se identifiquen sus causas y se propongan alternativas de solución.

---

<sup>1</sup> INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA. Nuestra institución . [En línea] I.E. La Julita, 2017. [Citado el: 1 de Septiembre de 2017.] Disponible en <<http://lajulita.edu.co/nuestra-institucion/>>

<sup>2</sup> Ibíd.

Fernando Robledo Hurtado, presidente de la comisión de estructuras de la Asociación de Ingenieros de Risaralda, explicó en entrevista con El Diario<sup>3</sup>, que la normatividad en cuanto a sismo resistencia viene siendo más exigente, pues desde 1984 se establecieron parámetros para las construcciones en el país y en el año 2010 se exigieron mayores niveles de resistencia “Las cimentaciones que estaban o se hicieron antes de ese año, no cumplen con dicha normatividad”, no significa que sean inseguras pero estas exigencias buscan construcciones con mayor nivel de resistencia ante un movimiento telúrico, propiciando “que los movimientos telúricos de baja intensidad no causen ningún daño, los medianos no afecten la parte estructural y los grandes episodios no hagan colapsar los inmuebles”.

---

<sup>3</sup> EL DIARIO. Pereira en alto riesgo sísmico. [En línea] El Diario , 22 de Septiembre de 2017. [Citado el: 23 de Septiembre de 2017.]

## 2. JUSTIFICACIÓN

Un estudio sobre las patologías estructurales que presenta la Institución Educativa La Julita, es de beneficio para toda la comunidad educativa, integrada por estudiantes, docentes, administrativos y padres de familia, toda vez que permite un diagnóstico, con unas propuestas claras para una posible reparación o remodelación, de ser necesaria, buscando proteger la vida de dicha comunidad.

El trabajo de grado se justifica, dado que determina mediante la inspección visual, el estado estructural de la Institución según El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR10, el cual establece requisitos mínimos, procurando salvar las vidas humanas, toda vez que el 87% de la población colombiana habita en zonas de alta amenaza sísmica<sup>4</sup>.

En los últimos días una serie de sismos se han presentado en el territorio Colombiano, en el caso del Eje Cafetero, históricamente se han vivido eventos sísmicos fuertes como los de los años 1975, 1989, 1995 y 1999, según los indicadores reportados por el Servicio Geológico Colombiano, “el Eje Cafetero se encuentra en zona de alto riesgo sísmico debido a la cantidad de fallas geológicas que atraviesan al territorio, como es el caso de Cauca-Romeral, la cual ha provocado algunas situaciones adversas a la ciudad por su inestabilidad”<sup>5</sup>.

Así las cosas, a través de este estudio, la Universidad Libre, aporta una herramienta para la planificación, aportando a la política de gestión del riesgo del municipio.

---

<sup>4</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL . Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NRS-10. [En línea] sf. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>.

<sup>5</sup> EL DIARIO. Op. Cit.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un diagnóstico de las patologías de elementos estructurales de la Institución Educativa La Julita, del municipio de Pereira, Risaralda.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer mediante la inspección visual el estado estructural de la Institución Educativa La Julita, según la norma NSR10.

Determinar mediante el uso del Ferroscam, el estado de las estructuras de hierro de la Institución Educativa La Julita

Realizar un análisis y chequeo estructural con el programa ETABS el cual analiza cada una de sus partes estructurales de la edificación aplicando el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10)

Proponer alternativas de soluciones acorde a los problemas encontrados.

## **4. MARCO DE REFERENCIA**

### **4.1 MARCO TEÓRICO**

#### **4.1.1 Manifestaciones patológicas**

Toda acción, sea debida a la exposición ambiental o al uso, que resulte en sollicitaciones que exceden la capacidad de los materiales para permanecer en el intervalo elástico de su comportamiento bajo cargas, produce daños visibles bajo inspección. Esta evidencia es lo que se denomina aquí como manifestación patológica<sup>6</sup>.

La vulnerabilidad de las estructuras, generalmente se reflejan a través de patologías que aparecen en las edificaciones, ocasionando múltiples efectos, que pueden ser pequeños daños hasta grandes fallas, las cuales pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella<sup>7</sup>.

Según el Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos, las patologías pueden aparecer por tres motivos: defectos, daños o deterioro. Las patologías por defectos, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, estos efectos surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de

---

<sup>6</sup> FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. [En línea] Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011. [Citado el: 2 de Septiembre de 2017.] Disponible en <[http://www.elespectador.com/files/pdf\\_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf](http://www.elespectador.com/files/pdf_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf)>

<sup>7</sup> CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS. Patologías de las edificaciones . [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Septiembre de 2017.] Disponible en <[http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf)>

materiales deficientes o inapropiados para la obra. Las patologías causadas por daños, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación, producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, también puede ser por el uso inadecuado de las mismas. Por último las patologías por deterioro de la edificación, generadas por el paso del tiempo<sup>8</sup>.

A continuación se describen las patologías asociadas a los suelos de cimentación, a los mecanismos de falla estructural, a las manifestaciones de la exposición ambiental y por acciones físico - mecánicas, tomadas de la Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales<sup>9</sup>.

#### **4.1.2 Patologías asociadas a los suelos de cimentación**

Las fallas de la cimentación generan daños en las edificaciones que se manifiestan con las lesiones que se aprecian a simple vista, como asentamientos, desplazamientos horizontales y giros, siendo las principales causas errores del proyecto, defectos de la ejecución, falta de calidad y durabilidad de los materiales, variaciones del entorno, cimentaciones en terreno inestables o descensos generalizados<sup>10</sup>.

a. Clasificación de las causas: Factores internos: características como propiedades, factores físicos o geométricos del subsuelo o el relieve, pueden propiciar la

---

<sup>8</sup> Ibíd.

<sup>9</sup> FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Op. Cit.

<sup>10</sup> UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Patología de las cimentaciones . [En línea] sf. [Citado el: 20 de Septiembre de 2017.]

ocurrencia de algún fenómeno, influyendo en la resistencia del material, dándose terrenos más susceptibles a la ocurrencia de ciertos fenómenos, dependiendo de<sup>11</sup>:

Tabla 1. Factores asociados al suelo que condicionan la ocurrencia de un fenómeno

Factor	Descripción
Litología	Según los materiales se tienen diferentes rangos de densidad, textura y una composición química particular
Meteorización	El grado de meteorización, su espesor y su composición, condicionarán el comportamiento de la masa
Suelo	Según su espesor, textura, contenido de materia orgánica, consolidación, y otros rasgos
Discontinuidades	La orientación de las discontinuidades (estratificación, contactos, diaclasas, fallas, fracturas, entre otras) respecto a las pendientes, así como la densidad de discontinuidades, influirán sobre los movimientos potenciales del terreno y la erosión, además presencia de material alterado o de relleno sobre ellas, la dimensión de la abertura y la presencia o ausencia de flujo de agua.
Agua subterránea	Nivel de aguas freáticas promedio, la presencia o ausencia de acuíferos, contenido de agua intersticial
Morfometría	La geometría, pendiente y diferencia de relieve por unidad de área

Fuente: FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales

b. Factores detonantes: Son aquellos factores que intervienen transitoriamente sobre la integridad del subsuelo, generando cambios en las condiciones iniciales aportadas por los factores internos, los factores detonantes causan cambios físicos, químicos o dinámicos, que determinan cambios de las fuerzas resistentes y/o motoras de un talud o ladera, o pueden crear modificaciones de la estructura del subsuelo, manifestándose en un movimiento o desplazamiento del mismo, o en la

---

<sup>11</sup> FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Op. Cit



ocurrencia de fenómenos de erosión superficial o subsuperficial. Los factores detonantes pueden ser naturales o antrópicos, los primeros son un sismo, lluvia, alta escorrentía, alta infiltración, saturación superficial, sobrecarga natural; los principales factores detonantes antrópicos son vertimientos incorrectos, fugas en redes de agua, obstrucción de cauces, desvío de cauces, riegos, deforestación, llenos de ladera, sobrecarga estructural, sobrecarga de relleno, cortes, excavaciones subterráneas, vibraciones inducidas, cultivos limpios, pérdida de soporte lateral, cambio de cobertura vegetal y sobrecarga de vegetación<sup>12</sup>.

c. Exposición de las edificaciones: La exposición se estudia con base en la ubicación de las edificaciones respecto del fenómeno de remoción probable y la manera como el fenómeno actúa contra ellas (magnitud y distancia de viaje del movimiento). El movimiento se divide en tres zonas de afectación: Zona de influencia directa, correspondiente al área en la que tiene lugar el movimiento; la zona de influencia indirecta, la cual puede ser invadida por la masa deslizada o a la parte alta que puede ser desconfinada y la zona fuera del área de influencia, en donde no se espera ningún tipo de afectación (empujes laterales o presiones laterales)<sup>13</sup>.

d. Mecanismos de falla: Son manifestaciones asociadas con los fenómenos geológicos y geotécnicos, como movimientos en masa, asentamientos, licuación de suelos y problemas de erosión superficial y profunda<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Ibíd.

<sup>13</sup> Ibíd.

<sup>14</sup> Ibíd.

#### 4.1.3 Patologías asociadas a los mecanismos de falla estructural

El comportamiento estructural obedece a factores como el diseño estructural, la naturaleza y la calidad de los materiales, los procedimientos y la calidad de la construcción, el tipo y la duración de las cargas de servicio, y la exposición ambiental. Otro aspecto importante son las acciones ambientales asociadas a procesos físico-químicos o electroquímicos, las cuales pueden causar deterioro de los materiales, aún sin que medie aplicación de cargas. Cualquier mecanismo que resulte en deformaciones que superen la resistencia a tracción de los materiales resulta en fisuración, pueden manifestarse de la siguiente manera<sup>15</sup>:

Tabla 2. Manifestaciones asociadas a los mecanismos de falla estructural

Factor	Descripción
Agrietamiento	Grietas independientes o grupos de grietas, alineadas o no, superficiales o profundas.
Descascaramientos	El agrietamiento del material puede ocasionar el desprendimiento de pedazos de la superficie del material
Desconchamiento	El desprendimiento ocurre puntualmente y tiene tamaños pequeños, cercanos al tamaño de los granos que conforman el material
Delaminación	El agrietamiento del material lo separa en capas que conforman superficies relativamente definidas y continuas
Desintegración	La fisuración es tan extensa que el material pierde completamente su integridad.

Fuente: FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales.

---

<sup>15</sup> Ibíd.

#### 4.1.4 Patologías por la exposición ambiental

El medio ambiente puede agredir los materiales hasta causar manifestaciones patológicas, de acuerdo con la naturaleza de cada material, en la siguiente tabla se describen las manifestaciones patológicas por exposición ambiental de los materiales<sup>16</sup>.

Tabla 3. Manifestaciones patológicas por exposición ambiental de los materiales.

Manifestación	Descripción
Corrosión galvánica	Corrosión de los metales
Ciclos de humedad, reacción alcali-sílice, ataque de sulfatos	El agua puede ser agente reactivo y medio de transporte para agentes agresivos. Los ciclos de mojado y secado, con hielo o sin hielo, pueden ocasionar la erosión de los materiales frágiles con su consiguiente desintegración, estas reacciones implican cambios volumétricos que terminan por generar tensiones potencialmente dañinas en el interior del material
Cambios de volumen por variaciones de humedad y de temperatura	Los materiales cambian su volumen con cambios en la temperatura ambiental. Estos cambios volumétricos pueden generar tensiones en el material que, a su vez, pueden fisurarlo.
Fuego	Todos los materiales son vulnerables al ataque por fuego en mayor o menor medida, el concreto y la mampostería común pierden resistencia y rigidez con una relación menor que los metales

Fuente: FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales.

---

<sup>16</sup> Ibíd.

#### 4.1.5 Patologías por acciones físico – mecánicas

Diversas acciones mecánicas pueden resultar en manifestaciones patológicas estructurales, en la siguiente tabla se presentan las manifestaciones de las principales acciones mecánicas sobre estructuras<sup>17</sup>.

Tabla 4. Manifestaciones de las acciones mecánicas sobre estructuras.

Manifestación	Descripción
Cambios de volumen por retracción y flujo plástico	Todos los materiales se relajan bajo carga, con el tiempo. Este fenómeno de flujo a largo plazo, sucede lentamente, aumenta paulatinamente las deformaciones elásticas iniciales y puede afectar los elementos estructurales
Asentamiento relativo entre apoyos	El suelo también se deforma bajo cargas, de manera que todo apoyo es susceptible de sufrir asentamientos a medida que la edificación se va cargando completamente, cambios en la humedad del suelo u otros muchos factores pueden ocasionar asentamientos relativos entre apoyos
Deformaciones bajo carga estática	Todo material se deforma bajo carga. Estas deformaciones pueden generar fisuras leves.
Deformaciones bajo carga sísmica	Las fuerzas sísmicas de diseño se establecen con algoritmos estadísticos, pero los procedimientos de diseño incluyen el trabajo de las estructuras en el intervalo inelástico de sus materiales, lo que significa que se disipará energía con deformación y, por ende, con daños

Fuente: FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales.

Sepúlveda (sf)<sup>18</sup> agrupa los daños patológicos en cinco grupos: asientos, deslizamientos, giros y desplomes, grietas y fisuras, y desniveles y flechas:

---

<sup>17</sup> Ibíd.

<sup>18</sup> SEPULVEDA, Mario. *Patologías en obras de edificación*. s.l. : sf, sf.

Se denomina asientos a la deformación vertical que origina agotamientos en la misma dirección, destacando dos tipos, los generalizados que se producen en todos los puntos de la cimentación y los diferenciales que se producen cuando los desplazamientos son sensiblemente diferentes. Los deslizamientos, se manifiestan de modo similar al asiento, generalizados o puntuales. El desplome es la pérdida de verticalidad de un elemento, generalmente estructurales verticales como soportes y muros. Las grietas y fisuras son una lesión generalizada en los elementos rígidos de la estructura afectada por asientos diferenciales excesivos, el cual provoca una distribución de tensiones en la estructura. Los desniveles apreciables o pérdidas de horizontabilidad de los forjados, son provocados por los asientos diferenciales<sup>19</sup>.

#### **4.1.6 Pruebas con FERROSCAM**

El ferroskam es un equipo utilizado para el diagnóstico estructural o inspecciones no destructivas, permite determinar la corrosión en barras de acero o deterioro de recubrimiento de hormigón, evaluar la protección contra fuego de barras de acero, verificar el diámetro de barras de acero para una verificación de carga por cambio de uso de la estructura y perforar los elementos de hormigón de forma rápida y segura<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> Ibíd.

<sup>20</sup> NGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. Ferroskam - Detector de armaduras de acero . [En línea] sf. [Citado el: 23 de Septiembre de 2017.] <http://civilgeeks.com/2013/09/25/detector-de-armaduras-acero-ferroscan/>.

#### 4.1.7 Programa ETABS

El Programa de Análisis Tridimensional Extendido y diseño de Edificaciones es ideal para el análisis y diseño de edificios y naves industriales.

Puede realizar análisis de estructuras complejas, pero tiene muchísimas opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones, como, por ejemplo:

Calculo automático de coordenadas de centros de masas ( $X_m$ ,  $Y_m$ )

Calculo automático de coordenadas de centros de rigideces ( $X_t$ ,  $Y_t$ )

Calculo automático de fuerzas sísmicas, sus excentricidades y aplicación en el centro de masas.

Calculo automático de masas del edificio a partir de los casos de carga elegidos.

División automática de elementos (Auto-Mesh), así se pueden definir elementos que se cruzan, y el programa los divide automáticamente en su análisis interno, o se puede dar el comando de que divida los elementos en el mismo modelo.

Plantillas predefinidas de sistemas de losas planas, losas en una dirección, losas reticulares o con nervaduras y casetones, cubiertas, etc.

La versión ETABS 2016 ofrece a los usuarios, la posibilidad de realizar diseño de losas con postensado. Momentos por franjas integrados y diagramas<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> CSIMexico.MX 2015. Etabs. [En línea] enero de 2017. [Citado el: 08 de febrero de 2018.] Disponible en <<http://www.csimexico.mx/software/etabs.>>

## 4.2 MARCO DE ANTECEDENTES

Algunas investigaciones relacionadas con el objetivo de la presente investigación, se relacionan en la tabla 5.

Tabla 5. Referente de antecedentes de estudios

Título	Autor	Tipo de documento	Producción	Año
Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del grupo iii en el municipio de Dosquebradas, Risaralda	Cristian Edwin Cardona Giovana Medina López David Esteban Serna Restrepo	Trabajo de grado	Universidad Libre de Pereira	2015
Caracterización de las condiciones estructurales de edificaciones residenciales en Bogotá según NSR-10	Natalia María Sánchez, Maicol Josué Benavides	Trabajo de grado	Universidad Católica de Colombia	2015
Evaluación de daño estructural post-sismo en edificaciones: estado del arte	Zulma Cristina Gil Mancipe	Trabajo de grado especialización	Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito	2015
Evaluación, diagnostico patológico y propuesta de intervención del puente Romero Aguirre	Cindy Alejandra Contreras Pérez Erika De Jesús Reyes Ravelo	Trabajo de grado	Universidad de Cartagena	2014
Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y Puente Nacional del departamento de Santander	Edward Hernando Velasco González	Trabajo de grado	Universidad Militar Nueva Granada	2014

Titulo	Autor	Tipo de documento	Producción	Año
Técnicas de avanzada en el diagnóstico patológico de edificaciones: "El Templete" de la Habana Vieja	José Armando Chávez Hernández, Jorge Luis Broche Lorenzo, Carlos A. Recarey Morfa, Fernando Sánchez García, Miguel Angel Maestre Mesa, Noel Pérez Martínez	Artículo científico	Revista Ingeniería de Producción	2012
Estudio de "vulnerabilidad sísmica y patológico de la Institución Universitaria, Tecnológico de Antioquia"	Universidad Nacional de Colombia	Estudio	Institución Universitaria, Tecnológico De Antioquia" (T. de A.-IU)	2011

Fuente: La autora

### 4.3 MARCO LEGAL

NSR10 - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, norma técnica que regula y establece los criterios y requisitos mínimos generales de diseño y construcción sismo resistente<sup>22</sup>.

RAS – 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Actualiza los sistemas: B-Sistemas de Acueducto, C-Sistemas de Potabilización, D-Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales, E-Tratamiento de aguas residuales, F-Aseo Urbano y G-Aspectos complementarios; cada uno de estos títulos es un Manual de prácticas de buena Ingeniería, que

<sup>22</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL . Op. Cit.



establece los criterios y recomendaciones para el diseño, construcción, supervisión técnica, interventoría, operación y mantenimiento propios de los sistemas de Agua potable y Saneamiento básico<sup>23</sup>.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. El Ministerio de Minas y Energía a través de este documento, adopta los reglamentos técnicos para las instalaciones eléctricas, además los requisitos para las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad, propendiendo por garantizar la protección de la vida de las personas<sup>24</sup>.

---

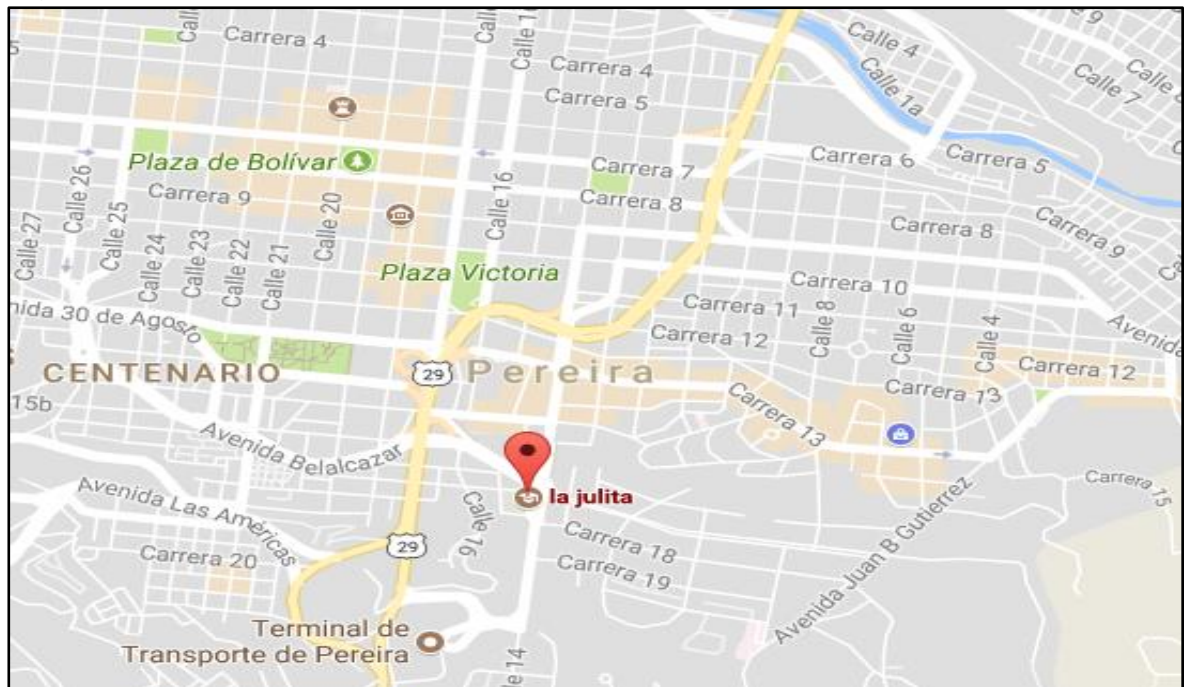
<sup>23</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000. [En línea] 2000. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4.\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf).

<sup>24</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. [En línea] 2013. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/712360/Anexo+General+del+RETIE+2013.pdf/14fa9857-1697-44ed-a6b2-f6dc570b7f43>.

## 5. LOCALIZACIÓN

La Institución Educativa La Julita está ubicada en la ciudad de Pereira, Risaralda, en la Calle 14 carrera 17, en la figura 1, se detalla la ubicación de la Institución educativa.

Figura 1. Ubicación Institución Educativa La Julita



Fuente: Google Maps

En la figura 2, se aprecia la panorámica de la Institución Educativa La Julita.

Figura 2. Panorámica Institución Educativa La Julita



Fuente: Google Maps

## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de grado tiene un enfoque cualitativo, el cual utiliza la recolección de datos para descubrir las preguntas de investigación en el proceso de interpretación, sus características más importantes es que explora los fenómenos en profundidad, se conduce básicamente en ambientes naturales, los significados se extraen de los datos, el proceso que se lleva a cabo en este enfoque de investigación es inductivo, recurrente, donde se analizan múltiples realidades subjetivas, sin una secuencia lineal<sup>25</sup>.

### 6.2 MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO

Tabla 6. Matriz de diseño metodológico

Objetivos	Técnica	Instrumentos	Producto
Establecer mediante la inspección visual el estado estructural de la Institución Educativa La Julita, según la norma NSR10.	Observación	Inspección visual	Informe técnico
Determinar mediante el uso del Ferroskam, el estado de las estructuras de hierro de la Institución Educativa La Julita.	Medición en campo y observación	Ferroskam	Informe técnico
Realizar un análisis y chequeo estructural con el programa ETABS el cual analiza cada una de sus partes estructurales de la edificación aplicando el reglamento colombiano de	Medición a partir de software	Software ETABS 2016	Chequeo sistema estructural colegio La Julita

<sup>25</sup> HERNANDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill, 2010. P. 7

Objetivos	Técnica	Instrumentos	Producto
construcción sismo resistente (NSR-10)			
Proponer alternativas de soluciones acorde a los problemas encontrados.	Observación	Análisis	Documento

Fuente: La autora

### 6.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el cumplimiento del objetivo se plantearon tres fases, que responde al mismo número de objetivos.

Tabla 7. Fases de la investigación

Fase	Objetivo	Actividades
Fase I. inspección visual	Establecer mediante la inspección visual el estado estructural de la Institución Educativa La Julita, según la norma NSR10.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita de inspección a la Institución Educativa: en aspectos como humedad y florescencia en las paredes, manejo de aguas, socavación, columnas, andén interno, tribunas de la cancha y otros aspectos como redes de telefonía y electricidad.</li> <li>• Registro fotográfico</li> <li>• Análisis de información</li> <li>• Informe de inspección visual</li> </ul>
Fase II Pruebas con Ferroscam	Determinar mediante el uso del Ferroscam, el estado de las estructuras de hierro de la Institución Educativa La Julita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de profundidad, diámetro de varillas de hierro</li> <li>• Procesamiento de información</li> <li>• Resultados</li> </ul>
Fase III Simulación con programa ETABS 2016	Realizar análisis y chequeo estructural con el programa ETABS el cual analiza cada una de las partes estructurales de la edificación aplicando el reglamento colombiano de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se crea un modelo en el programa ETABS</li> <li>• Se definen las propiedades de los materiales</li> </ul>

Fase	Objetivo	Actividades
	construcción sismo resistente (NSR-10).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se definen las propiedades de los elementos estructurales</li> <li>Se ingresan los datos de entrada</li> <li>corre el programa.</li> </ul>
Fase IV – Alternativas de soluciones	Proponer alternativas de soluciones acorde a los problemas encontrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de resultados</li> <li>• Priorización de intervención</li> <li>• Propuesta de alternativas de soluciones</li> </ul>

Fuente: La autora

## 7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 7.1 INSPECCIÓN VISUAL EL ESTADO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA, SEGÚN LA NORMA NSR10.

En el reconocimiento visual realizado a la institución educativa “La Julita” de forma general se encontraron grietas, humedades en paredes, detalles constructivos incoherentes como ductos de energía en estructuras metálicas a la intemperie sin protección, columnas sin hierro de refuerzo y detalles de mantenimiento, entre otros.

Figura 3. Panorámica Colegio la Julita de Pereira



Fuente: Google maps

A continuación, se relacionan los hallazgos específicos de acuerdo a la inspección realizada.

### 7.2 CLASIFICACIÓN DE HALLAZGOS

La patología estructural del colegio se ve afectada por factores:



7.2.1 Factores externos. El clima y socavación por dos árboles frutales que hay a la entrada de dicha institución

Tabla 8. Hallazgos fachada colegio La Julita

UBICACIÓN	Fachada colegio La Julita
Módulo	Uno
Evidencia fotográfica	
 <p>Fuente: propia</p>	 <p>Fuente: Google Earth</p>
 <p>Fuente: propia</p>	
Descripción	Humedad y florescencia en las paredes de la fachada y deterioro de la pintura



Causa	Mal manejo de aguas, ya que las canales se ven deterioradas.
Evaluación del nivel de daño	Severo

Tabla 9. Humedad en techos y terrazas



UBICACIÓN	Paredes de techos
Módulo	Uno
Evidencia fotográfica	
	
Fuente: propia	Fuente: propia
Descripción	Humedad en techos, muros, terrazas. Se manifiesta por rotura de cerramientos o acabados, lugares de paso de instalaciones, ángulos, esquinas, salientes o mal manejo de aguas.
Causa	Humedad por la lluvia debido a la falta de impermeabilización de todas las partes de la edificación y deterioro en los canales de agua.
Evaluación del nivel de daño	Severo

Tabla 10. Hallazgos entrada colegio

UBICACIÓN	Entrada al colegio La Julita
Sitio	Patio central
Evidencia fotográfica	
	
Fuente: propia	Fuente: propia
Descripción	Socavación a la entrada del colegio
Causa	Dos árboles frutales de gran tamaño y muchos años donde sus raíces han generado socavación en el pavimento.
Evaluación del nivel de daño	Severo

## 7.2.2 FACTORES DE LA ESTRUCTURA.

### 7.2.3

Mal diseño al momento de construir las columnas, ya que fueron vaciadas en una mezcla de mortero y no tienen hierro de refuerzo y dichas columnas tienen dimensiones diferentes.

Tabla 11. Columnas edificación uno


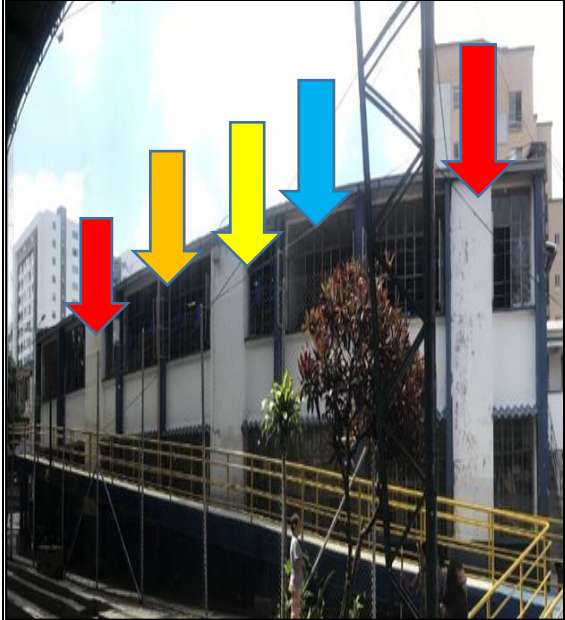
UBICACIÓN	Columnas
Módulo	Uno
Evidencia fotográfica	
 <p>Fuente: propia</p>	 <p>Fuente: propia</p>
Descripción	Mal diseño al momento de construir las columnas, ya que fueron vaciadas en mortero y no tienen hierro de refuerzo y dichas columnas son de dimensiones diferentes, en ese mismo módulo se evidenciaron muros de carga con un acero de refuerzo a cada 40, 50 y 70 cm.
Causa	
Evaluación del nivel de daño	



Tabla 12. Tribunas de la cancha (patio)




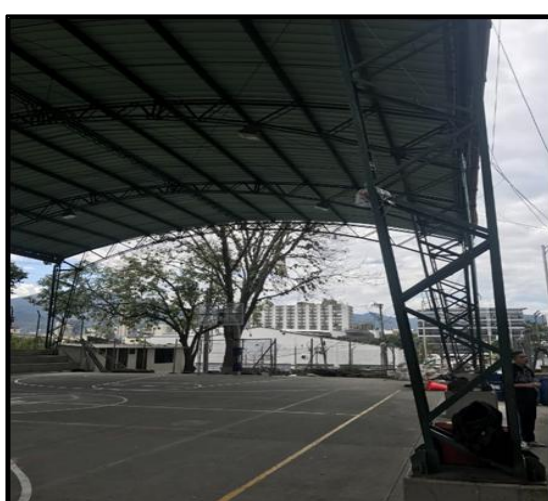
UBICACIÓN	Tribunas de la cancha (patio)
Evidencia fotográfica	
	
Fuente: propia	Fuente: propia
	
Fuente: propia	Fuente: propia
Descripción	Grietas por asentamiento
Causa	Se hallan algunas grietas por asentamiento ya que se pudo haber producido por la carga de una estructura metálica existente en la cancha para sostener el techo de la misma.
Evaluación del nivel de daño	Severo

Tabla 13. Aulas de clase

UBICACIÓN	Aulas de clase
Módulo	Uno
Evidencia fotográfica	
	
Fuente: propia	Fuente: propia
Descripción	Cielo raso deteriorado.
Causa	Falta de mantenimiento
Evaluación del nivel de daño	Severo

### 7.3 DETERMINAR MEDIANTE EL USO DEL FERROSCAM, EL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO DE REFUERZO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA

En el primer módulo donde se hizo el mapeo con el FERROSCAM no se evidenció acero de refuerzo en las columnas y en los muros de la construcción.

Gráfica 1. Mapeo con FERROSCAM módulo uno



Fuente: propia

Por observación se halla un módulo donde se encontró una malla de hierro de refuerzo a cada 40, 50 y 75 cm con un diámetro de 0.44", pero no se pudo determinar si esta característica está definida para todos los muros. Como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Evidencia de acero en el módulo uno



Fuente: propia

En el segundo módulo a simple vista se nota que fue remodelado, donde se evidencia que sus elementos estructurales son muy diferentes al módulo número uno.

Figura 5. Módulo dos



Fuente: propia



Esta edificación cuenta con 6 columnas de la siguiente dimensión 30 cm \* 40 cm en concreto reforzado, las columnas están a una distancia de 5 m entre ellas, esta estructura cuenta con una viga de amarre longitudinal y una transversal cuenta con Steel- Deck, techo en eternit y perlinería metálica de 22cm \* 8 cm.

Gráfica 2. Viga de amarre longitudinal



Fuente: propia

Se realiza el mapeo en las columnas del primer piso con el FERROSCAM y arroja el siguiente resultado de varillas verticales con un promedio de diámetro de 1 ¼", y el diámetro de las varillas horizontales o "flejes" están a cada 20 cm con un diámetro de 5/8" promedio y en el mapeo de las columnas del segundo piso el resultado promedio de los diámetros de varillas verticales es de 1 ¼" y el diámetro de los flejes de 5/8".



Gráfica 3. Columnas del primer piso



Fuente: propia

En el patio que queda continuo a la Rectoría y al módulo No 2 hay losas de 3.20m\*4.20m que tiene una grieta en la mitad como igualmente se reconoce algunas grietas en las tribunas del patio principal y esto se debe a un posible asentamiento por el peso de la estructura metálica que sostiene el techo del patio, también se evidencia una losa levantada por socavación de un árbol existente a la entrada de la institución, como se aprecia en la Figura 6.

Figura 6. Losa patio módulo número dos y grieta en tribunas patio principal



Fuente: propia

#### **7.4 ANÁLISIS Y CHEQUEO ESTRUCTURAL CON EL PROGRAMA ETABS EL CUAL ANALIZA CADA UNA DE SUS PARTES ESTRUCTURALES DE LA EDIFICACIÓN APLICANDO EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10)**

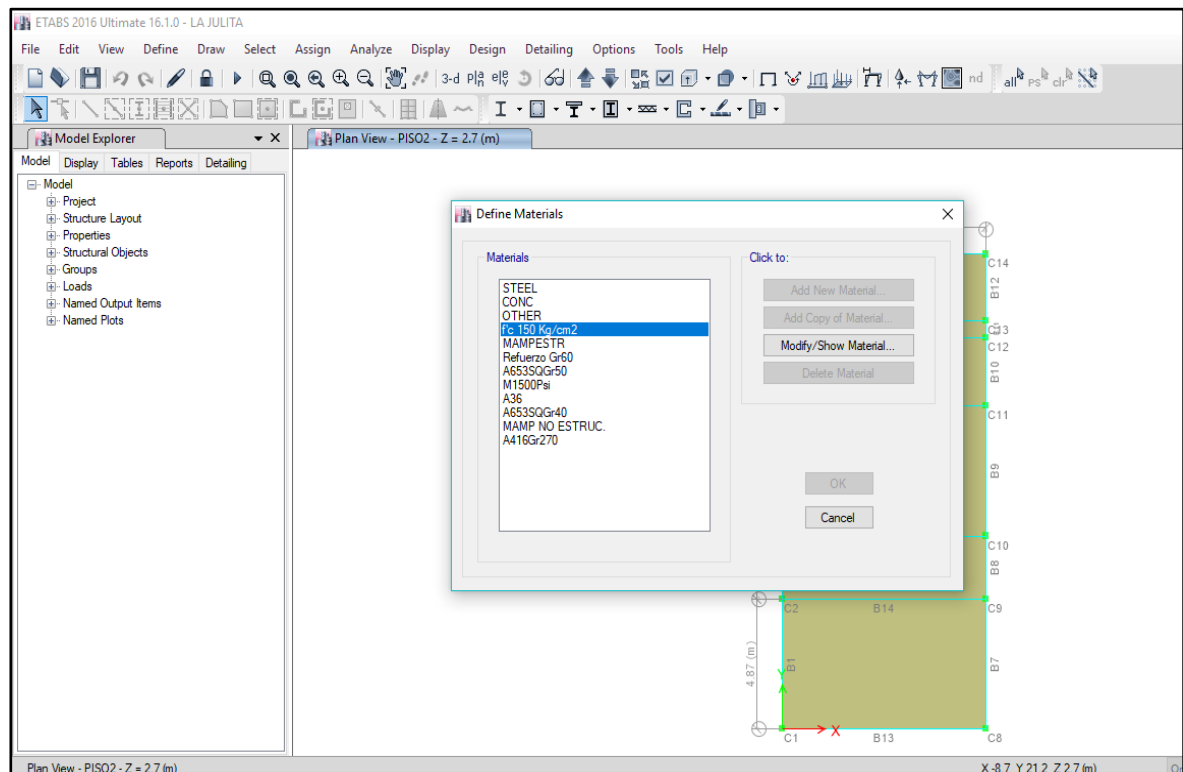
##### **7.4.1 Chequeo sistema estructural colegio la julita**

En esta edificación además del mapeo con el FERROSCAM se procedió a realizar un análisis y chequeo estructural con el programa ETABS el cual analiza cada una de sus partes estructurales de la edificación aplicando el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

## 7.4.2 Resumen de análisis estructural con el software ETABS

1. Se crea un modelo nuevo en el ETABS y luego se procede a definir las propiedades de los materiales a utilizar.

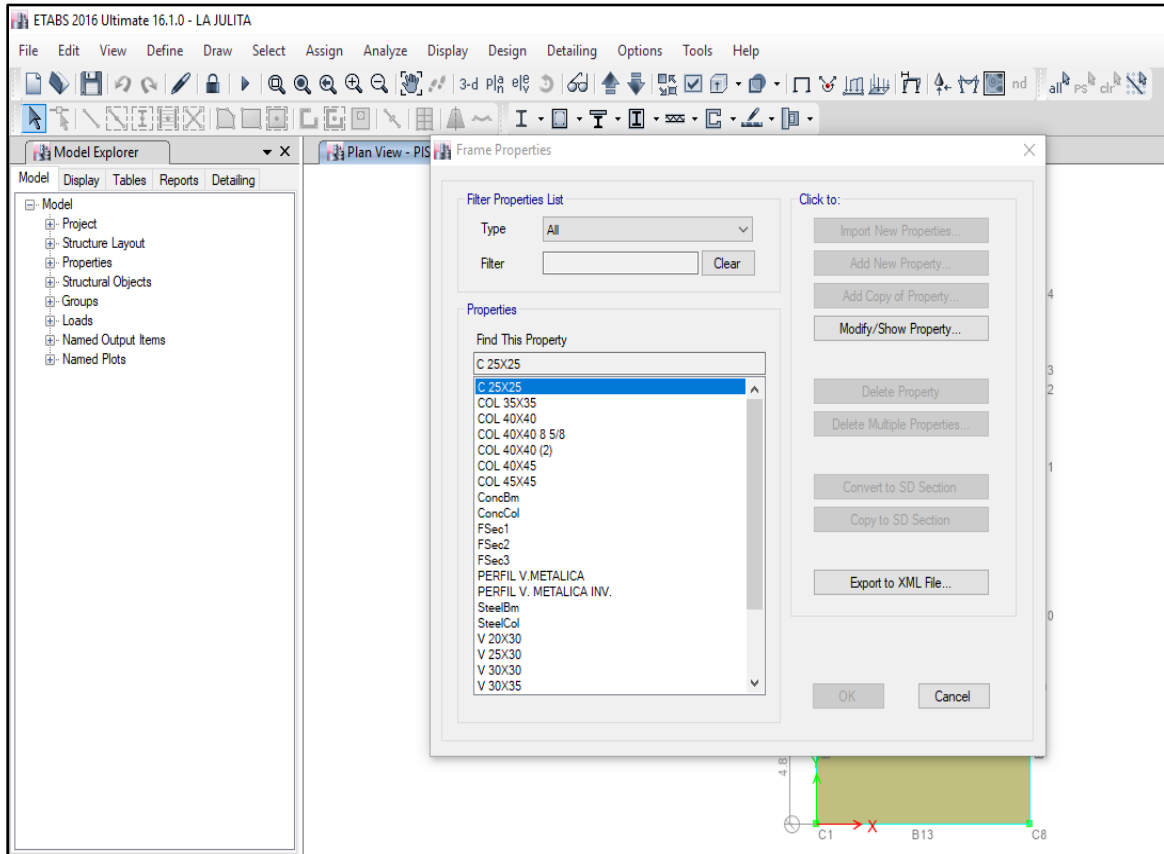
Figura 7. Cuadro donde se definen las propiedades del material



Fuente: software ETABS

2. Se procede a definir las propiedades de los elementos estructurales utilizadas en el diseño junto con sus respectivos refuerzos.

Figura 8. Propiedades de los elementos estructurales

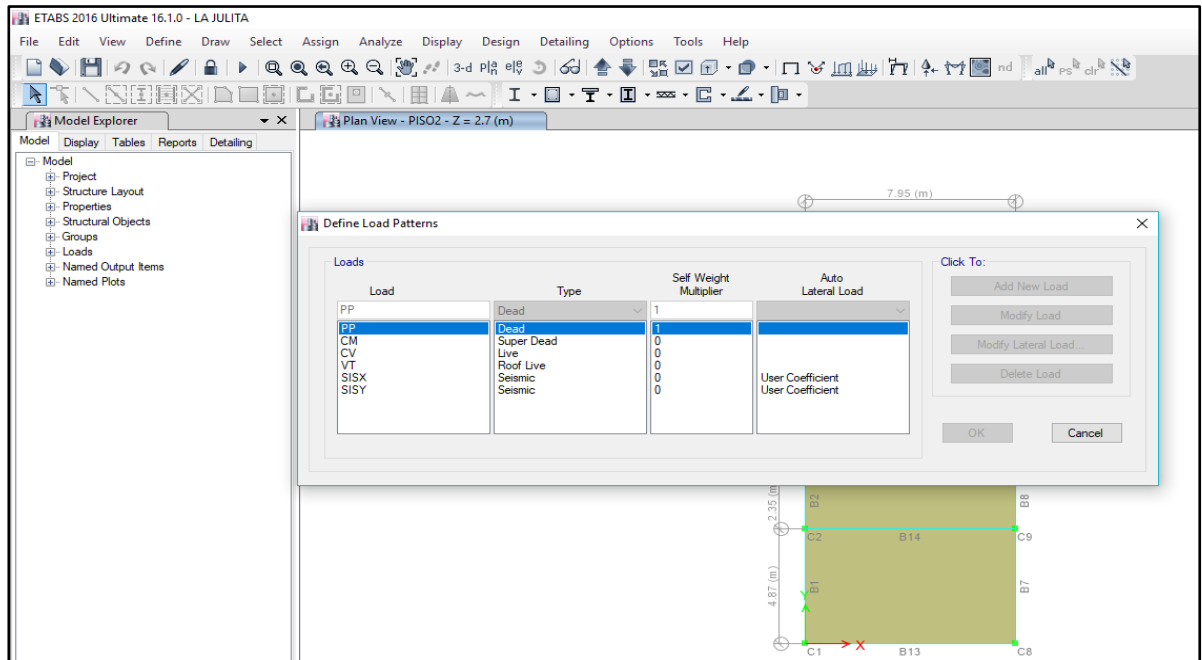


Fuente: software ETABS

Se define la sección o elemento estructural a utilizar en el diseño, cabe destacar que los elementos estructurales del módulo uno no tienen acero de refuerzo y como en el programa es necesario colocar algún refuerzo mínimo, entonces el refuerzo que se coloca al elemento en el programa son 4 varillas de  $\frac{1}{4}$ "

3. Después se asignan las cargas paternales las cuales sirven para asignar las cargas de la estructura.

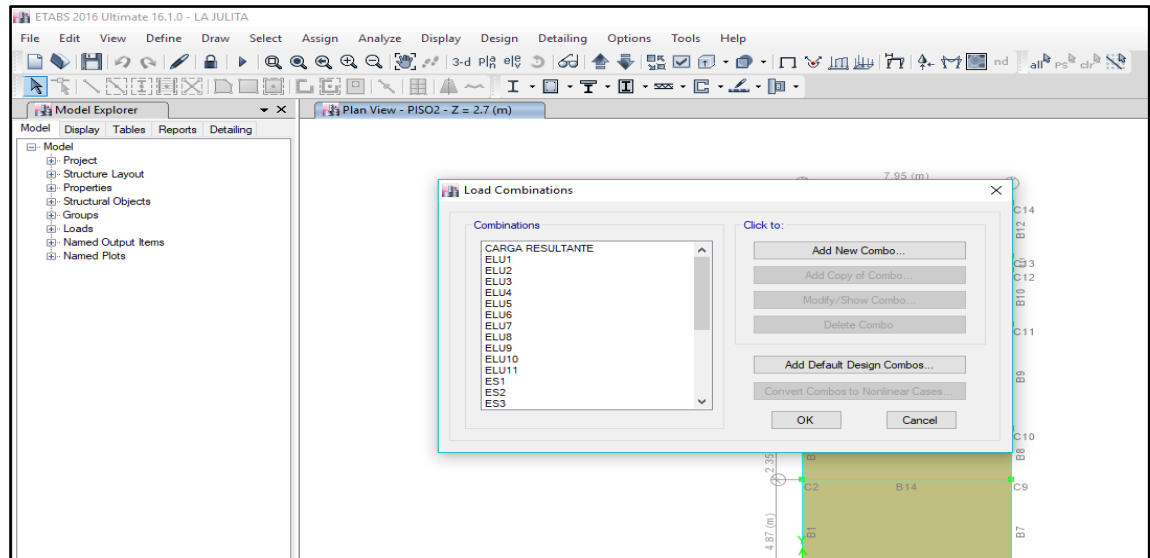
Figura 9. Cuadro donde se muestran las cargas paternas del diseño



Fuente: software ETABS

- Se definen y crean las combinaciones de carga según el Título B de la NSR10 las cuales someterán la estructura al análisis

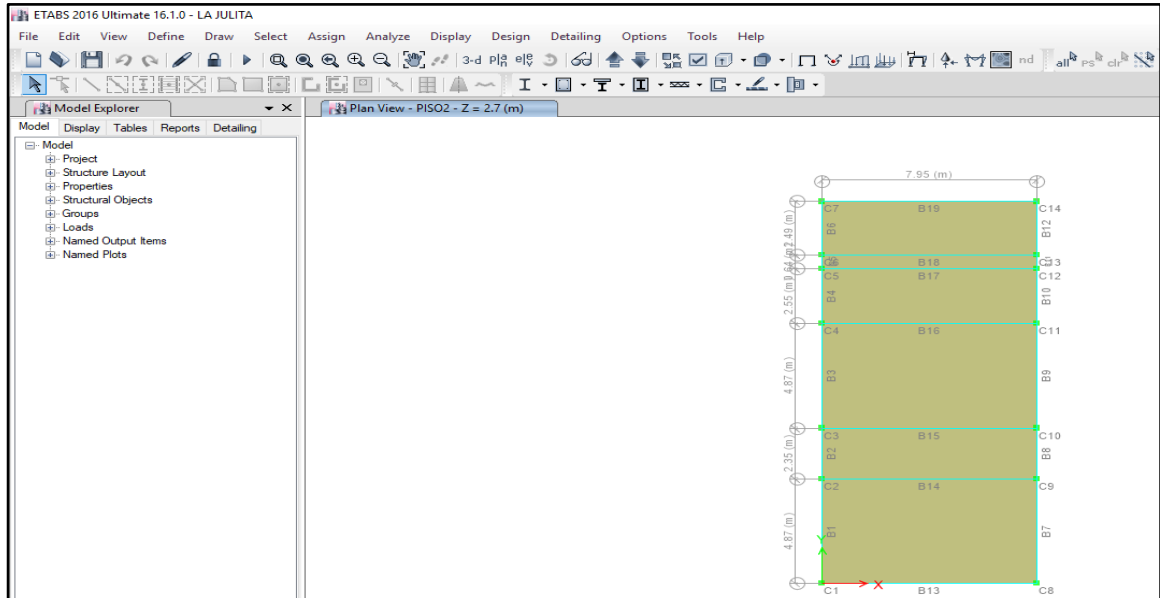
Figura 10. Combinaciones de carga según el Título B de la NSR10



Fuente: software ETABS

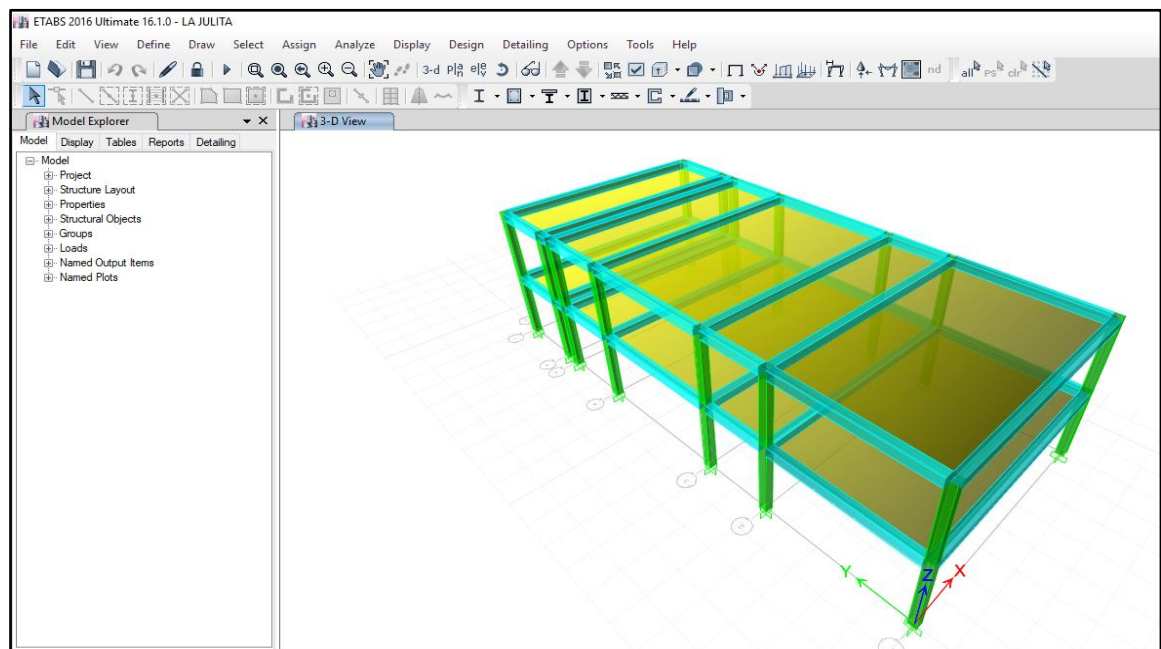
5. Se procede a dibujar el modelo en ETABS

Figura 11. Esquema en planta de la estructura



Fuente: software ETABS

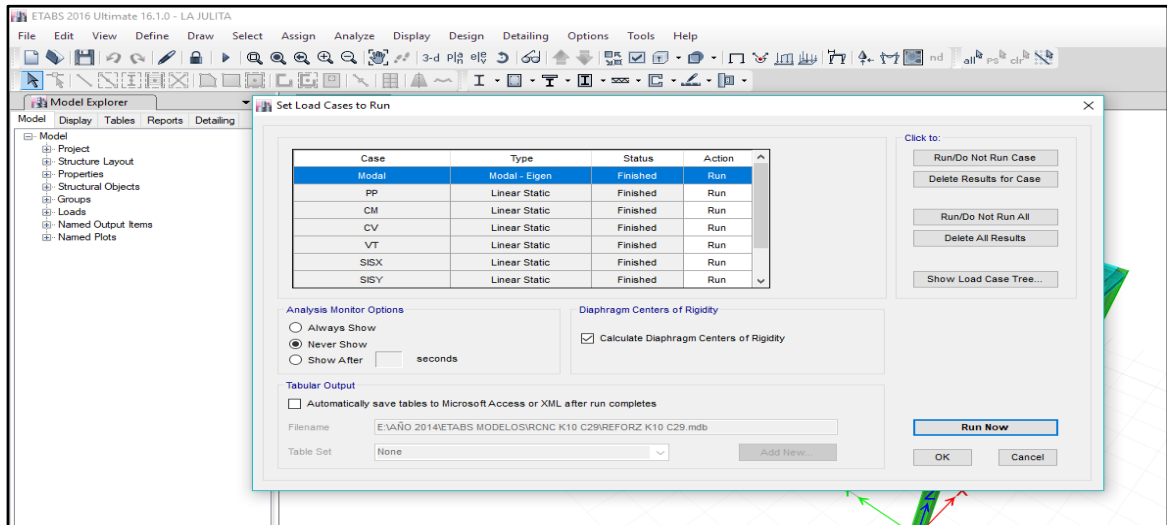
Figura 12. Esquema en 3D de la estructura



Fuente: software ETABS

6. Después de dibujar la estructura en el programa se procede a analizar dicha estructura con los casos y combinaciones de carga mencionadas anteriormente.

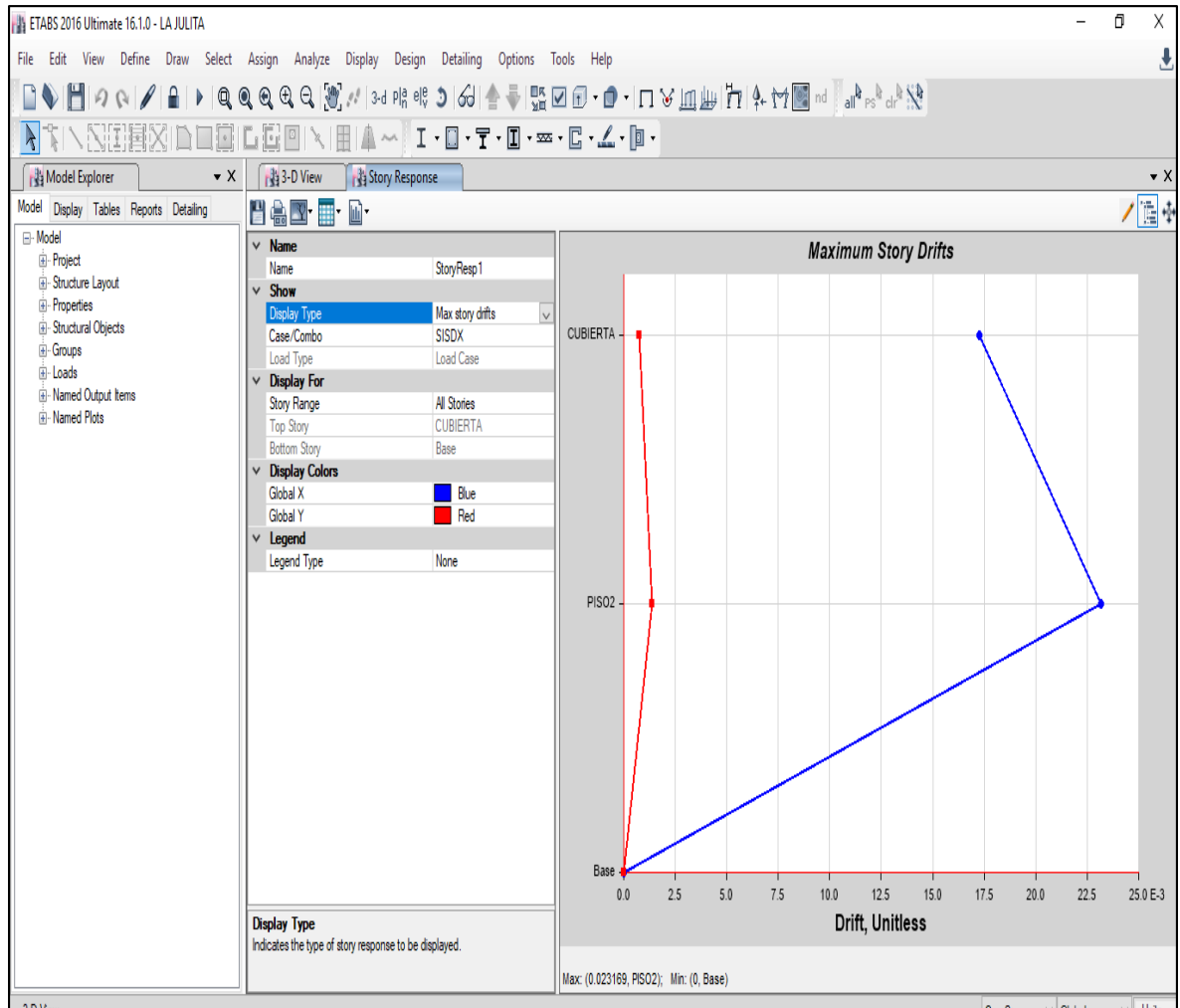
Figura 13. Cargas paternales y los casos de carga que se usaran en el análisis.



Fuente: software ETABS

7. Después de analizar la estructura se procede a chequear y verificar los resultados arrojados durante el análisis
- El primer resultado a analizar es el chequeo de derivas de la estructura, la cual debe cumplir con los requisitos estipulados en el Título A de la Norma NSR10

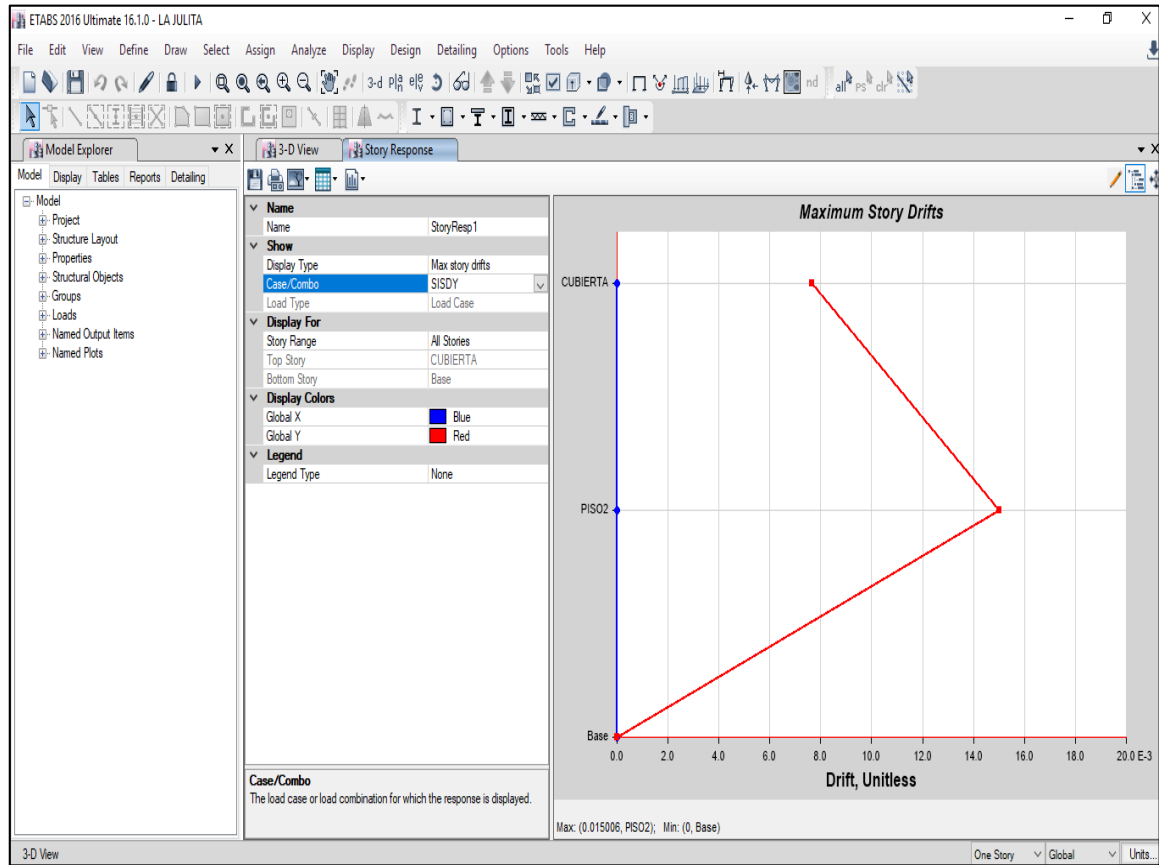
Figura 14. Deriva máxima de la estructura en el sentido X



Fuente: software ETABS



Figura 15. Gráfico de deriva máxima de la estructura en el sentido Y

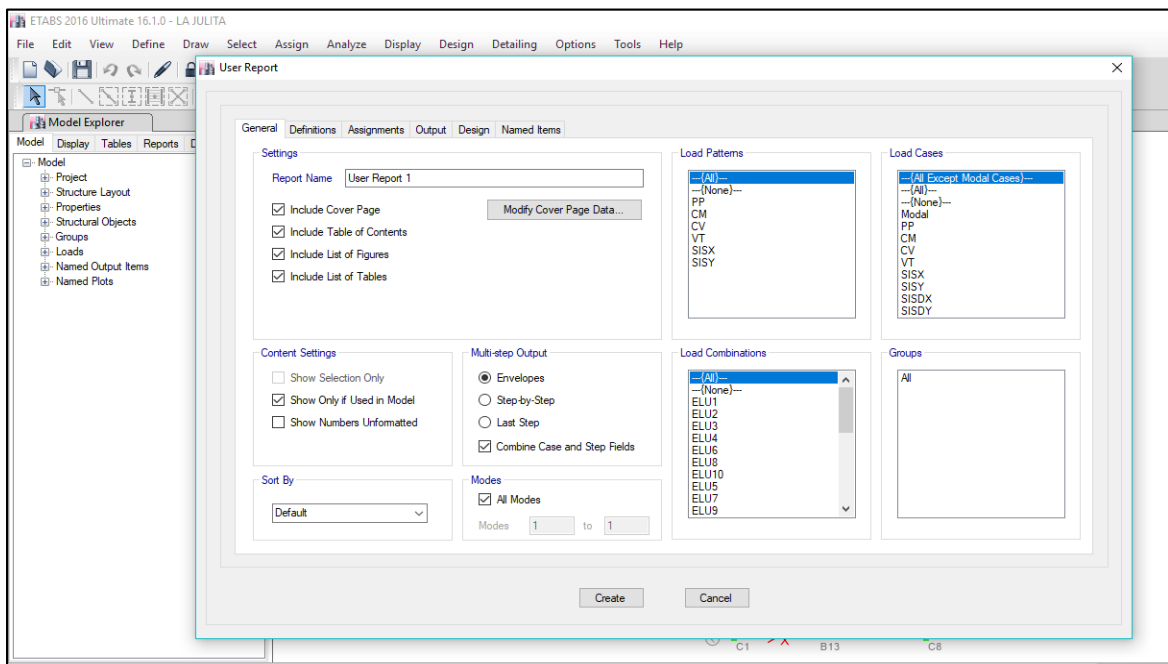


Fuente: software ETABS

Como se puede evidenciar en los gráficos las derivas de la estructura son mayores a las permitidas según la NSR10 por este motivo el primer análisis de la estructura en cuanto a las derivas no cumple, por este motivo la estructura objeto del estudio requiere un reforzamiento estructural con el fin de cumplir con las derivas máximas permitidas según la Norma

8. Por último, se generan una serie de reportes en donde por medio de tablas se muestra el estado de la estructura ante las combinaciones de carga aplicadas durante el análisis estructural con el fin de determinar si el estado actual de la estructura existente cumple o no cumple con la NSR10.

Figura 16. Imagen 9. Reportes estado de la estructura existente.



Fuente: software ETABS

A continuación, se muestran los reportes sacados del ETABS donde se evidencia claramente que la estructura existente se encuentra en riesgo estructural.

## 7.5 VERIFICACIÓN DE DERIVAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA

Figura 17. Norma evaluación de la derivada máxima NSR10

**A.6.3.1.1** — En edificaciones regulares e irregulares que no tengan irregularidades en planta de los tipos 1aP ó 1bP (véase la tabla A.3-6), o edificaciones con diafragma flexible, la deriva máxima para el piso  $i$ ,  $\Delta_{\max}^i$ , corresponde a la mayor deriva de las dos direcciones principales en planta,  $j$ , calculada como el valor absoluto de la diferencia algebraica de los desplazamientos horizontales del centro de masa del diafragma del piso  $i$ ,  $\delta_{cm,j}$ , en la dirección principal en planta bajo estudio con respecto a los del diafragma del piso inmediatamente inferior  $(i-1)$  en la misma dirección, incluyendo los efectos P-Delta.

Fuente: norma NSR10

En la verificación de los desplazamientos máximos de la estructura por cargas sísmicas, definida la deriva máxima como el 1% de su altura, para pórticos en concreto reforzado resistente a momentos.

SISDX: Fuerza sísmica sin reducir en la dirección X, calculada mediante Fuerza Horizontal Equivalente, para obtener los desplazamientos de la estructura.

SISDY: Fuerza sísmica sin reducir en la dirección Y, calculada mediante Fuerza Horizontal Equivalente, para obtener los desplazamientos de la estructura.

Tabla 14. Derivas de piso

DERIVAS DE PISO												
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X, m	Y, m	Z, m	Drift, cm	h Story (m)	$\Delta$ Limite (0.01h <sub>o</sub> ) (cm)	CHEQUEO	I.F.
CUBIERTA	SISDX	X	0.02	1.00	0.00	0.00	5.40	4.6624	2.70	2.70	no cumple	1.73
CUBIERTA	SISDY	Y	0.01	1.00	0.00	0.00	5.40	2.0644	2.70	2.70	ok	0.76
PISO2	SISDX	X	0.02	8.00	7.95	0.00	2.70	6.2556	2.70	2.70	no cumple	2.32
PISO2	SISDY	Y	0.02	7.00	0.00	17.77	2.70	4.0516	2.70	2.70	no cumple	1.50

Fuente: software ETABS

### 7.5.1 Derivas máximas de la estructura existente (imagen modelo ETABS)

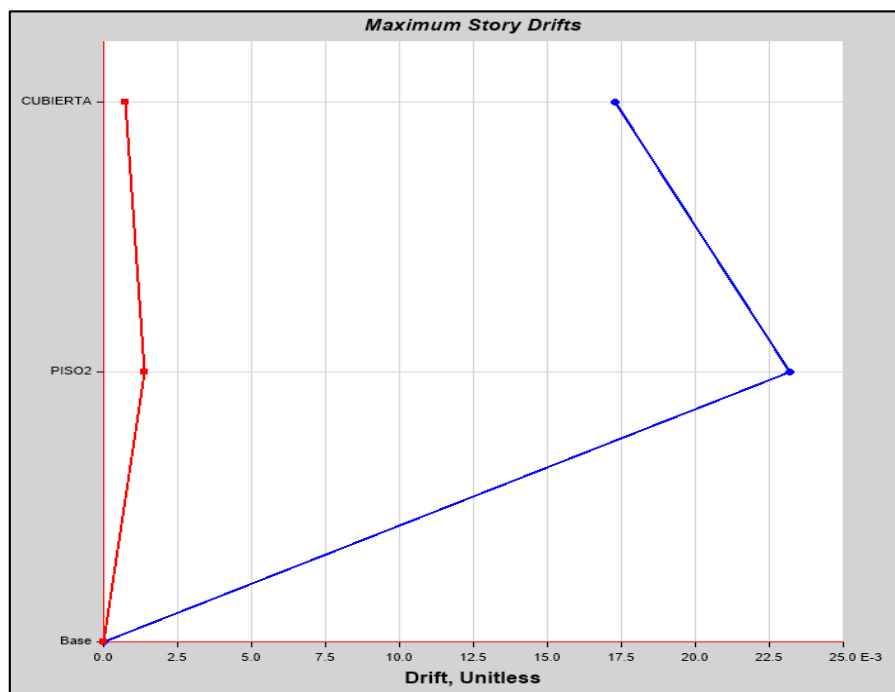
Story Response - Maximum Story Drifts

Es la salida de respuesta de historia para un rango específico de historias y una combinación de caso de carga o carga seleccionada.

Tabla 15. Datos de entrada (Input Data)

Name	StoryResp1		
Display Type	Max story drifts	Story Range	All Stories
Load Case	SISDX	Top Story	CUBIERTA
Output Type	Not Applicable	Bottom Story	Base

Gráfica 4. Plot



Fuente: software ETABS

### 7.5.2 Coordenadas del gráfico tabulado (tabulated plot coordinates)

Tabla 16. Story Response Values (Valores de respuesta de la historia)

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
CUBIERTA	5.4	Top	0.017268	0.00073
PISO2	2.7	Top	0.023169	0.001368
Base	0	Top	0	0

Fuente: software ETABS

#### 7.5.2.1 Story response - Maximum story drifts

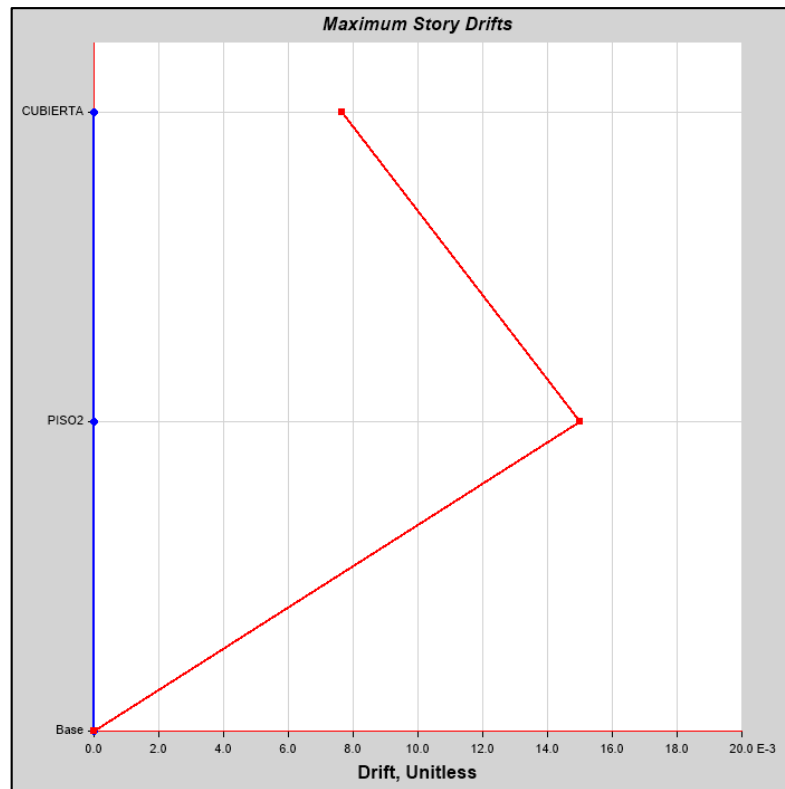
Es la salida de respuesta de historia para un rango específico de historias y una combinación de caso de carga o carga seleccionada.

Tabla 17. Datos de entrada - Input Data

Name	StoryResp1		
Display Type	Max story drifts	Story Range	All Stories
Load Case	SISDY	Top Story	CUBIERTA
Output Type	Not Applicable	Bottom Story	Base

Fuente: software ETABS

Gráfica 5. Plot



Fuente: software ETABS

### 7.5.3 Story Response Values

Tabla 18. Story Response Values

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
CUBIERTA	5.4	Top	0.000008	0.007646
PISO2	2.7	Top	0	0.015006
Base	0	Top	0	0

Fuente: software ETABS

Los resultados obtenidos en la simulación a través del Integrate Building Design Software ETABS 2016, se encuentran en 6 tablas:

Concrete Column Summary - ACI 318-08 (Part 1 of 2).

Concrete Column Summary - ACI 318-08 (Part 2 of 2)

Concrete Beam Summary - ACI 318-08 (Part 1 of 2)

Concrete Beam Summary - ACI 318-08 (Part 2 of 2)

Concrete Joint Summary - ACI 318-08 (Part 1 of 2)

Concrete Joint Summary - ACI 318-08 (Part 2 of 2)

## 8. SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES

- En el patio que queda continuo a la Rectoría y al módulo No 2 hay losas de concreto con dimensiones 3.20m\*4.20m que presentan grietas en la mitad y se recomienda hacer una reparación en la capa de rodadura
- Para el módulo No 1, de acuerdo a los resultados obtenidos en la modelación con ETABS, al no cumplir las derivas, de acuerdo con los requisitos de la NRS10, se recomienda hacer un estudio estructural para determinar la mejor alternativa de refuerzo y evitar la demolición total de dicha estructura, que por sus condiciones representa una amenaza para estudiantes y docentes.
- Realizar un plan continuo de mantenimiento y reparación ante la presencia de cielos rasos deteriorados, humedades, mal estado de la pintura y canales.
- Es recomendable la realización de regatas, con el fin de poder inspeccionar el estado de los hierros en las columnas y vigas donde se encontraron.
- Así misma realización de nucleación en las paredes de carga y otros elementos estructurales con el fin de realizar ensayos de carbonatación y de resistencia a la compresión.
- Por el estado de socavación que producen los árboles contiguos a la entrada es recomendable su replanteo en otras áreas del Colegio.
- Revisión a fondo de las graderías en concreto, ya que presentan grietas y otros defectos propios del concreto.
- En el proceso de inspección visual se encuentra un hecho aislado al estudio patológico del colegio y es que en la estructura metálica de la zona deportiva (Figura 18.) se encuentra una red de cables de diferente origen (telefónico, energía, internet), lo que representa un riesgo latente en la medida que el deterioro de estos puede ocasionar un accidente, por electrización por inducción de la estructura metálica. Por esta razón se recomienda el uso de posteria apropiada para tales fines.



Figura 18. Estructura metálica soportando cables



Fuente: propia

## 9. BIBLIOGRAFÍA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS . 2009. Patologías de las edificaciones . [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Septiembre de 2017.]

[http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf).

CSIMexico.MX 2015. 2017. Etabs 2016. [En línea] enero de 2017. [Citado el: 08 de febrero de 2018.] <http://www.csimexico.mx/software/etabs>.

EL DIARIO . 2017. Pereria en alto riesgo sísmico. [En línea] El Diario , 22 de Septiembre de 2017. [Citado el: 23 de Septiembre de 2017.]

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. 2011. Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales. [En línea] Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011. [Citado el: 15 de Septiembre de 2017.] [http://www.elespectador.com/files/pdf\\_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf](http://www.elespectador.com/files/pdf_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf).

HERNANDEZ, Roberno; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar . 2010. *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill, 2010.

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. sf. Ferrosam - Detector de armaduras de acero. [En línea] sf. [Citado el: 23 de Septiembre de 2017.] <http://civilgeeks.com/2013/09/25/detector-de-armaduras-acero-ferrosam/>.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA JULITA. 2017. Nuestra institución . [En línea] I.E. La Julita, 2017. [Citado el: 1 de Septiembre de 2017.] <http://lajulita.edu.co/nuestra-institucion/>.

REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. sf. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NRS-10. [En línea] sf. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>.

REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000. [En línea] 2000. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4.\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf).

REPÚBLICA DE COLOMBIA - MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2013. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. [En línea] 2013. [Citado el: 3 de Septiembre de 2017.] <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/712360/Anexo+General+del+RETIE+2013.pdf/14fa9857-1697-44ed-a6b2-f6dc570b7f43>.

SEPULVEDA, Mario. sf. *Patologías en obras de edificación*. s.l. : sf, sf.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. sf. Patología de las cimentaciones . [En línea] sf. [Citado el: 20 de Septiembre de 2017.]

## **ANEXOS**

Anexo 1. Chequeo sistema estructural Colegio la Julita

